

## 8 класс

1. Полый медный куб с длиной ребра (по внешней части)  $a = 8$  см имеет массу 1 кг. Все стенки куба имеют равную толщину. Определите толщину стенок куба.

(25 баллов)

### Возможное решение.

Масса полого куба  $\Delta m$  может быть рассчитана как разность масс "большого" куба и массы удаленного из полости материала. Масса "большого" куба рассчитывается как  $M = \rho a^3 = 8900 \cdot 8^3 \cdot 10^{-6} \approx 4,56$  кг. Масса "малого" куба рассчитывается как  $m = (M - \Delta m) \rho b^3$ , где  $b$  – длина ребра "малого" куба.

Тогда  $b = \sqrt[3]{\frac{M - \Delta m}{\rho}} = \sqrt[3]{\frac{3,56}{8900}} \approx 7,36$  см. Толщина стенки будет равна

$$d = \frac{a - b}{2} = 3,2 \text{ мм.}$$

### Критерии оценивания.

**25 баллов.** Получен правильный ответ, дано его обоснование.

Если представлено частичное решение, то части его оценивается следующим образом.

**1 – 8 баллов.** Указано, что масса полого куба  $\Delta m$  может быть рассчитана как разность масс "большого" куба и массы удаленного из полости материала.

**1 – 10 баллов.** Приведены расчеты масс.

**1 – 6 баллов.** Представлен правильный ответ, но отсутствует или недостаточно представлено обоснование ответа.

Суммарная оценка формируется как сумма набранных баллов

2. Длинным полярным днем вокруг Северного полюса Земли идет белый медведь. Траектория его движения представляет собой окружность, центр которой – Северный полюс, а радиус равен 20 км. С какой скоростью и в каком направлении должен идти медведь, чтобы все время видеть Солнце в одном и том же положении на небе?

(15 баллов)

### **Возможное решение.**

Радиус траектории медведя намного меньше радиуса Земли, поэтому кривизной земной поверхности можно пренебречь и считать, что медведь движется по касательной к полюсу плоскости. Солнце в суточном движении обходит Землю (да простят нас Филолай, Аристарх Самосский, Н. Коперник, Дж. Бруно и другие наши коллеги-негеоцентристы, в нашу защиту можем сказать только, что мы рассматриваем относительное движение) с востока на запад, значит, и медведь должен двигаться с востока на запад. За сутки он должен пройти расстояние  $S = 2\pi R \approx 6,28 \cdot 20 = 125,6$  км. Значит, его скорость составляет  $V = \frac{2\pi R}{T} \approx \frac{6,28 \cdot 20000}{24 \cdot 3600} \approx 1,45$  м/с, т.е., неторопливо пробегать примерно 5,2 километра за час.

### **Критерии оценивания.**

**25 баллов.** Получен правильный ответ, дано его обоснование.

Если представлено частичное решение, то части его оценивается следующим образом.

**1 – 2 балла.** Указано направление движения.

**1 – 3 балла.** Обосновано направление движения.

**1 – 3 балла.** Показано, что движение может быть рассмотрено как плоское.

**1 – 2 балла.** Рассчитано расстояние.

**1 – 4 балла.** Рассчитана скорость движения.

Суммарная оценка формируется как сумма набранных баллов

**3.** Электрический кипятильник мощностью 250 Вт не может нагреть 400 г воды до кипения. На сколько понизится температура воды через 10 с после выключения кипятильника?

*(30 баллов)*

### **Возможное решение.**

Скорость теплообмена пропорциональна разности температур тел, между которыми теплообмен происходит. Значит, повышение температуры воды прекратится, когда скорость притока энергии в форме теплоты станет равной скорости ее потери. Сделаем предположение, что установившаяся температура достаточно высока и ее уменьшение за заданные в условии  $\tau = 10$  с не очень сильно повлияет на скорость отдачи энергии. Тогда можно

считать, что  $P\tau = cm\Delta T$ , где  $P$  – скорость отдачи энергии, равная мощности кипятильника,  $c$  – удельная теплоемкость воды,  $m$  – масса воды. Отсюда 
$$\Delta T = \frac{P\tau}{cm} = \frac{250 \cdot 10}{4,19 \cdot 10^3 \cdot 0,4} \approx 1,5 \text{ К.}$$
 Мы видим, что наше предположение о неизменности скорости теплоотдачи является обоснованным.

### **Критерии оценивания.**

**30 баллов.** Получен правильный ответ, дано его обоснование.

Если представлено частичное решение, то части его оценивается следующим образом.

**1 – 8 баллов.** Указано, что установится некоторая температура, не превышающая температуру кипения воды.

**1 – 8 баллов.** Указано, что скорость теплоотдачи равна мощности кипятильника.

**1 – 8 баллов.** Записано уравнение теплового баланса

**1 – 5 баллов.** Рассчитано изменение температуры.

Суммарная оценка формируется как сумма набранных баллов

**4.** Перегретая вода в открытом сосуде при  $106^\circ\text{C}$  внезапно закипает. Какая часть воды при этом обратится в пар?

(30 баллов)

### **Возможное решение.**

При атмосферном давлении вода кипит при  $100^\circ\text{C}$ . Значит, для внезапного закипания вода должна остыть до этой температуры. Поскольку процесс происходит быстро, теплообменом с окружающей средой можно пренебречь, т.е., выделившееся количество теплоты расходуется на парообразование в форме кипения. Уравнение теплового баланса выглядит в этом случае следующим образом:  $cm\Delta T = r\Delta m$ , где  $c$  – удельная теплоемкость воды,  $m$  – масса воды,  $\Delta T$  – изменение температуры воды,  $r$  – удельная теплота парообразования,  $\Delta m$  – масса образовавшегося пара. Доля испарившейся

воды определяется как 
$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{c\Delta T}{r} = \frac{4,19 \cdot 10^3 \cdot 6}{2,3 \cdot 10^6} \approx 10^{-4}$$

### **Критерии оценивания.**

**30 баллов.** Получен правильный ответ, дано его обоснование.

Если представлено частичное решение, то части его оценивается следующим образом.

**1 – 8 баллов.** Указано, что для закипания вода должна остыть.

**1 – 8 баллов.** Указано, что скорость теплоотдачи мала, внутренняя энергия перераспределяется между кинетической и потенциальной составляющими.

**1 – 8 баллов.** Записано уравнение теплового баланса

**1 – 5 баллов.** Рассчитана доля испарившейся воды или найдена ее масса.

Суммарная оценка формируется как сумма набранных баллов